ÂGE ET CROISSANCE DES LARVES DE *CUBICEPS PAUCIRADIATUS* (NOMEIDAE) DE L'OCÉAN ATLANTIQUE TROPICAL ORIENTAL

par

Magali LESPILETTE, Bernard STÉQUERT & Louis MAREC (1)

RÉSUMÉ. - Les otolithes (sagitta) de larves de *Cubiceps pauciradiatus* récoltées au cours de neuf campagnes océanographiques réalisées dans le golfe de Guinée ont permis d'estimer leur âge et leur croissance. Après avoir présenté une technique simple d'extraction des otolithes, la formation journalière de microstructures a été démontrée sur 47 larves en suivant l'évolution de l'accroissement marginal au cours d'un cycle de 24 heures. Le nombre de microstructures présentes sur les otolithes a permis de déterminer l'âge de 95 larves et d'établir la relation de croissance $L_t = 1{,}415\ e^{\,0{,}131\,t}$ liant l'âge à la longueur standard de l'individu.

ABSTRACT. - Age and growth of *Cubiceps pauciradiatus* larvae (Nomeidae) from the eastern tropical Atlantic Ocean.

Otoliths (sagitta) from *Cubiceps pauciradiatus* larvae collected during nine oceanographic cruises conducted in the Gulf of Guinea were used to estimate the age and growth of this species. The otoliths were extracted from larvae under a binocular microscope equipped with a polarized light and using an optic fibre mounted in a hand chuck. Cleaned and dried otoliths were glued on a microscope glass slide in a drop of clear epoxy resin, then dried in an oven (30°C). When necessary, the upper part of the resin drop was lightly ground with a 1200 µm wet sand paper and polished with 1 µm aluminium powder. Otoliths were observed under a light microscope. Microstructures were visible and each one, corresponding to one increment, was composed of 2 different layers: the incremental zone (L-zone), which is rich in calcium carbonate and the discontinuous zone (D-zone) richer in protein and poorer in calcium.

To validate the age (1 increment = 1 day) we used the marginal increment method, which consists of measuring the variation of the marginal increment (L-zone) during a 24 hours cycle. For this age validation, 47 otoliths with known hour of catch were used. Our results indicate that observed microstructures are daily increments. They also prove that the D-zone was formed rapidly, during the daytime (between 09.00 to 11.00 AM), whereas the L-zone was formed during the afternoon and at night.

Otolith reading was repeated 2 times under a light microscope (x 1000), by the same reader. The number of otolith increments permitted to age 95 larvae and to establish the growth relationship $L_t = 1.415\ e^{\,0.131\,t}$ between age and standard length. The observed growth rates were 0.25 mm/day for the first days of life and 0.95 mm/day for larvae 18-20 days old. These rates are comparable to those proposed by several authors about other short-living mesopelagic fishes.

Key words. - Nomeidae - *Cubiceps pauciradiatus* - ASE - Guinea Gulf - Larvae - Otoliths - Age - Growth.

Depuis le début des années 80, une importante pêcherie de thons de surface s'est développée dans l'océan Atlantique tropical oriental, plus particulièrement dans une zone du golfe de Guinée située au large du Libéria, zone qui avait toujours été considérée comme oligotrophe (Fonteneau *et al*., 1994 ; Roger et Marchal, 1994). Un programme multidisciplinaire mené dans cette zone, entre 1996 et 1999, a permis de montrer qu'il existait une corrélation étroite entre la présence des thons à certaines périodes de l'année et l'abondance de proies constituant l'essentiel de leur régime alimentaire. Ainsi Ménard *et al*. (2000) ont montré que *Cubiceps pauciradiatus* (Günther, 1872) constituait une part importante de l'alimentation des thons à nageoires jaunes (*Thunnus albacares*).

C. pauciradiatus est une espèce largement distribuée dans les 3 océans, essentiellement en zones intertropicales, aussi bien près des côtes qu'au large (Agafonova, 1994). Pour l'Atlantique, des aires de fortes densités ont été mises en évidence à la périphérie des gyres cycloniques, dans la zone du contre-courant équatorial, au niveau de l'upwelling du Sierra-Leone (Salekhov, 1989) et dans le golfe de Mexico (Lamkin, 1997). De nuit, les adultes se répartissent dans la couche superficielle, entre 15 et 70 m, puis s'installent le jour à des profondeurs de 200 à 300 m. En revanche, les larves et les juvéniles ne migrent pas et restent à des profondeurs pouvant aller de 30 à 90 m (Salekhov, 1989).

Si la durée de vie des adultes a pu être estimée à 2 ans maximum (Salekhov, 1989), aucune information concernant l'âge ou la croissance des larves n'existe à ce jour. À partir des otolithes de larves nous allons essayer de fournir quelques indications sur la croissance de l'espèce.

(1) Laboratoire de sclérochronologie des Animaux aquatiques, Centre IRD de Bretagne, BP 70, 29280 Plouzané, FRANCE. [m_lespilette@yahoo.fr]

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Les prélèvements ont été effectués au moyen d'un filet à plancton de type Bongo (mailles de 300 μm et 1000 μm) traîné obliquement par paliers successifs de 5 minutes, à différentes profondeurs (70, 50, 30 et 10 m) et à une vitesse de 2 à 3 nœuds. Ces pêches planctoniques ont été réalisées de novembre 1994 à janvier 1997 par le N/O Nizery (5 campagnes Microthon) et le N/O Antéa (4 campagnes Picolo et une campagne Vin98) dans la zone du golfe de Guinée s'étendant entre 1°S et 5°N et entre 5°W et 20°W (Fig. 1). Au cours de ces campagnes et pour l'ensemble de la zone d'étude, l'échantillonnage a porté sur 186 traits de filets. Les échantillons récoltés ont été conservés dans de l'alcool à 90° et l'alcool a été changé plusieurs fois au cours de la campagne. Pour chacun d'entre eux, heure et date de pêche ont été notées.

Ces échantillons ont été triés ultérieurement au laboratoire et les larves de *C. pauciradiatus* isolées grâce aux critères de morphologie et de pigmentation définis par Ahlstrom *et al*. (1969) (Fig. 2). Celles-ci ont ensuite été mesurées (longueur standard, LS) sous loupe binoculaire au moyen du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées) (Noésis ®).

Traitement des otolithes

Extraction

La dissection et l'extraction des otolithes de larve sont faites dans un liquide d'immersion (éthanol à 95%). Les otolithes sont extraits sous une loupe binoculaire munie d'éclairage polarisé, ce qui permet de les distinguer facilement des tissus avoisinants par réfringence (Fig. 3). Les tissus, ainsi que la capsule otique, sont dilacérés au moyen de fibres optiques (diamètre 160 μm) fixées sur deux mandrins manipulables manuellement. L'avantage de la fibre optique est qu'elle permet de nettoyer les tissus adhérant à la surface des otolithes sans les casser et qu'elle renforce et concentre la lumière sur l'otolithe.

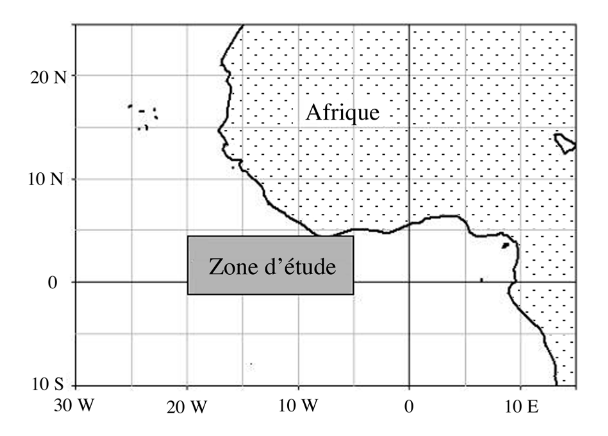


Figure 1. - Localisation de la zone de prélèvements des larves. *[Location of larvae sampling area.]*

Préparation

Une fois isolé, nettoyé et séché, l'otolithe est repris avec l'extrémité de la fibre optique préalablement trempée dans de la résine (Sody 33), identique à celle qui servira à monter la préparation. Pour cela, l'otolithe est immergé dans une goutte de résine déposée préalablement sur une lame de verre, de façon à permettre l'observation microscopique à fort grossissement. Après avoir vérifié qu'aucune bulle d'air ne soit piégée sous l'otolithe, ce qui pourrait gêner l'observation, la lame est ensuite placée dans une étuve à 30°C pour une polymérisation à l'abri des poussières. Un léger ponçage sur feutre et poudre d'alumine (grains 1/4 de μm) améliorera sensiblement l'observation en aplanissant la surface de la goutte.

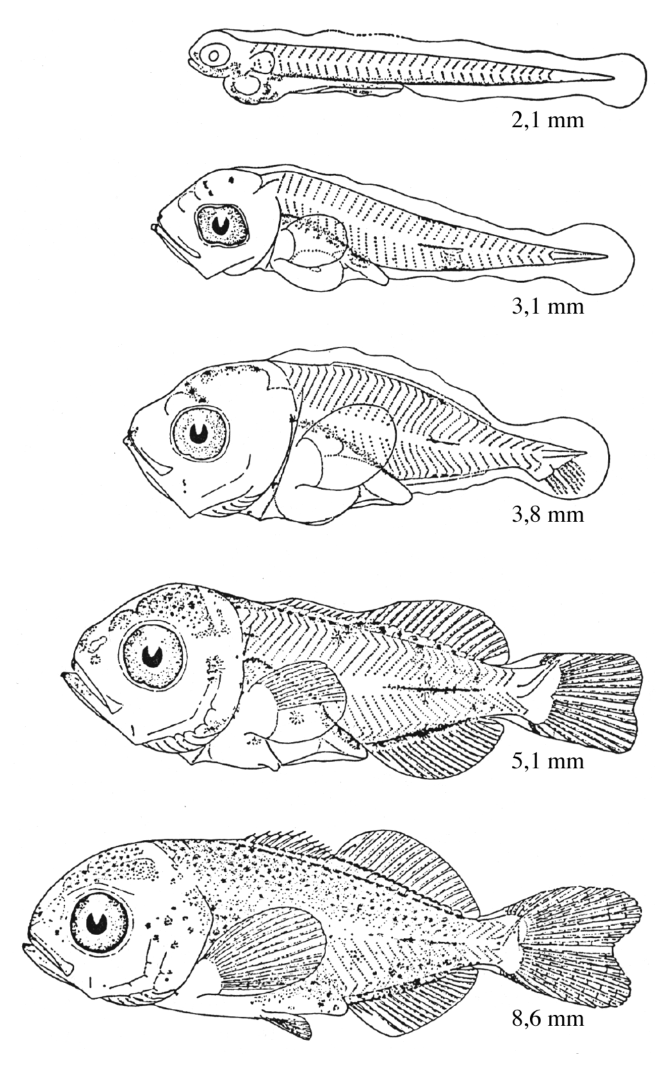
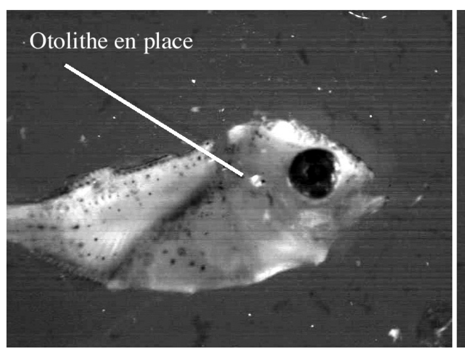


Figure 2. - Stades larvaires de *Cubiceps pauciradiatus* (d'après Ahlstrom *et al*., 1969). *[*Cubiceps pauciradiatus *larvae stages (from Ahlstrom* et al., *1969).]*



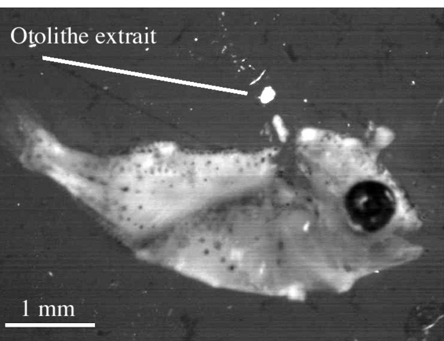


Figure 3. - Position et extraction de l'otolithe (sagitta) sur une larve de *Cubiceps pauciradiatus*. *[Position and extraction of the otolith of* Cubiceps pauciradiatus *larvae.]*

Observation et lecture des otolithes, validation de l'âge

La lecture des otolithes a été faite au microscope optique (Olympus BX40) sous un grossissement x600 ou x1000. Pour chaque préparation, le comptage des microstries a été réalisé 2 fois, de manière indépendante par le même lecteur, c'est-à-dire à quelques jours d'intervalle.

Il est maintenant admis qu'une microstrie est formée par le dépôt successif d'une couche riche en minéral et d'une couche riche en matière protéique (Watabe *et al*., 1982 ; Morales-Nin, 1987). Selon la terminologie proposée par Kalish *et al*. (1995), la couche riche en minéral serait la L-zone et celle qui est riche en matière organique la D-zone (Fig. 4).

La méthode de validation retenue est celle de l'accroissement marginal (Tanaka *et al*., 1981) qui consiste à mesurer la largeur de la dernière L-zone en formation et à suivre son évolution au cours d'un cycle de 24 heures (Fig. 4). Ce choix est dû aux faits que *C. pauciradiatus* est une espèce qui ne s'élève pas et que leurs larves ont des otolithes avec des accroissements suffisamment importants pour être mesurés.

Cette mesure a été réalisée en couplant un système automatisé de mesure au microscopie optique (logiciel TNPC). Les larves les plus grosses ayant des otolithes de forme légèrement ovale, la mesure a été faite selon l'axe du plus grand diamètre.

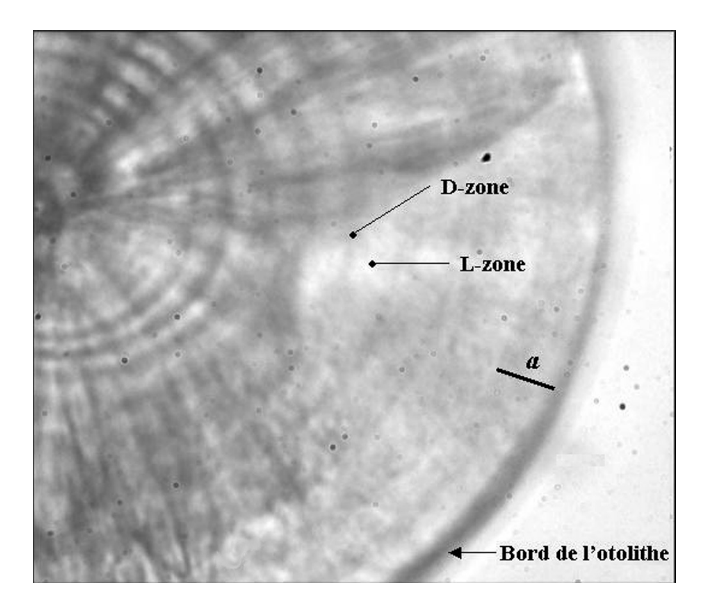


Figure 4. - Accroissement marginal (*a*) mesuré sur un otolithe de larve. *[Marginal increment (a) measured on a larval otolith.]*

Statistiques et loi de croissance

Les valeurs obtenues pour un même individu, ont été comparées entre elles selon la méthode de Chang (1982). Le résultat est considéré comme satisfaisant lorsque le coefficient de variation CV est inférieur à 0,05 (Laine *et al*., 1991).

Le modèle exponentiel de croissance log-Gompertz a été ajusté à notre série de données. L'équation générale du modèle est:

$$L_t = L_0 \, e^{ct}$$

avec L_t = longueur à l'âge t, L_0 = longueur à l'âge t_0, c = taux de croissance spécifique à l'âge t_0, et t = âge exprimé en jours.

Zweifel et Lasker (1976) et Pennington (1979) ont montré que ce modèle était adapté aux données longueur-âge correspondant à des larves ou juvéniles de poissons Les paramètres de l'équation de croissance ont été calculés avec le logiciel STATISTICA® par ajustement d'un modèle de régression non linéaire (moindre carrés).

RÉSULTATS

Dans cette étude, seuls les individus de taille (LS) inférieure à 15 mm sont des larves, les juvéniles se situant entre 15 mm et 90 mm et les adultes ayant une taille LS > 90 mm. Pour l'ensemble des traits de plancton réalisés au cours des 10 campagnes, cela représente 95 larves de *Cubiceps pauciradiatus*. La distribution des fréquences de taille LS est présentée par la figure 5.

Morphologie des otolithes

Les otolithes de *C. pauciradiatus* ont une forme circulaire avec un nucléus central. Comme la croissance de l'otolithe est plus importante selon l'axe antéro-postérieur, il prend une forme légèrement ovale pour les larves les plus

grandes. Il présente des microstructures suffisamment larges pour être parfaitement visibles et dénombrées sans réelle difficulté en lumière transmise. Il n'apparaît pas de modifications morphologiques évidentes si ce n'est des légères variations de largeur (Fig. 4). On note un élargissement des accroissements des microstries 7-8 aux microstries 14-15. Au delà, elle se rétrécissent légèrement jusqu'au bord de l'otolithe.

Validation de l'âge

De tous nos échantillons, nous n'avons retenu que ceux ayant été réalisés à des heures différentes donc qui permettaient d'établir un cycle sur 24 heures; de ce fait, 47 larves seulement ont été utilisées pour la validation de l'âge. Pour cette validation, l'utilisation de larves récoltées sur une longue période, à des saisons différentes, a été possible du fait que notre zone d'étude est pratiquement située à l'équateur, ce qui nous permet de nous affranchir de la durée des jours puisqu'à cette latitude, jours et nuits ont toujours la même durée, et ce quelle que soit la saison. Les variations de l'accroissement marginal mesuré sur chacune de ces larves sont présentées à la figure 6.

Malgré des variations individuelles peut-être attribuables à des stades différents de développement des larves, on note que l'accroissement marginal ne passe que par un seul maximum, vers 8-9 heures du matin, et par un seul minimum en fin de matinée, vers 11 heures. Cela indique la formation d'une seule microstrie par jour et permet de déterminer l'âge (en jours) des larves de *C. pauciradiatus*, en comptant le nombre de microstries présentes sur leurs otolithes.

Courbe de croissance

Deux séries de lectures des microstries réalisées pour chaque individu de cette étude ont montré qu'il n'y a pas de différence significative ($0,001 < CV < 0,006$). Si l'on considère que la première microstrie s'est formée à la naissance de l'individu, l'âge de *C. pauciradiatus* a directement été estimé à partir du nombre de microstries présentes sur l'otolithe.

Le modèle log-Gompertz appliqué à notre échantillon (95 individus) semble assez bien corrélé ($r^2 = 0,862$). Ce modèle exponentiel (Fig. 7) a pour équation :

$$L_t = 1,4154 \text{ e}^{0,131\,t}$$

On obtient un taux de croissance journalier moyen légèrement inférieur à 5% de la longueur standard. Les larves s'allongent d'environ 0,25 mm/j dans les tous premiers jours de leur vie, et de 0,95 mm/j pour des larves d'environ 20 jours.

DISCUSSION

Pannella (1971) fut le premier à avoir montré que la formation de microstructures sur les pièces calcifiées des poissons pouvait se faire sur une base journalière. Plusieurs articles de synthèse ont présenté les diverses méthodes généralement utilisées pour valider cette périodicité (Campana et

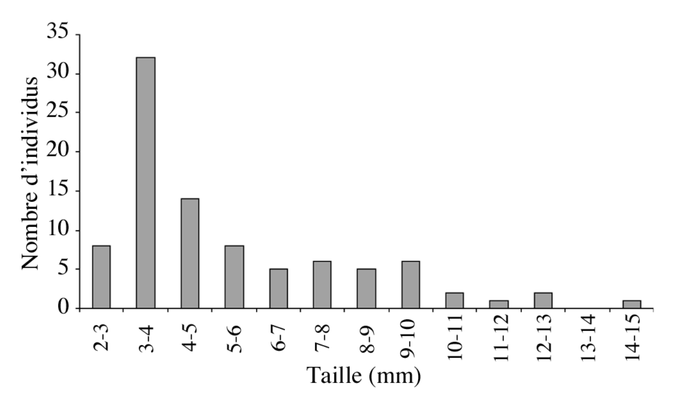


Figure 5. - Distribution de fréquence de taille (LS) de l'ensemble des larves échantillonnées. *[Standard length frequency distribution for all sampled larvae.]*

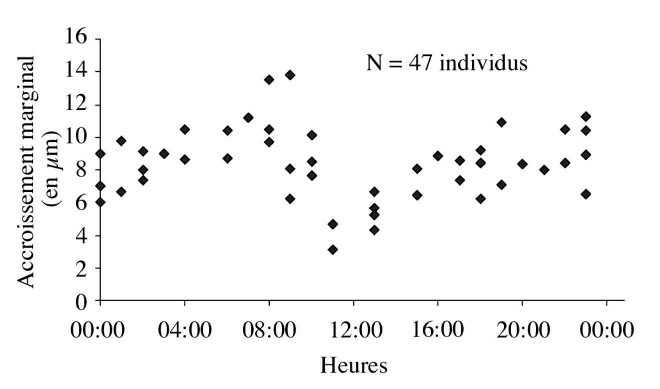


Figure 6. - Évolution de l'accroissement marginal au cours d'un cycle de 24 heures. *[Variation of the marginal increment width during a 24 hours cycle.]*

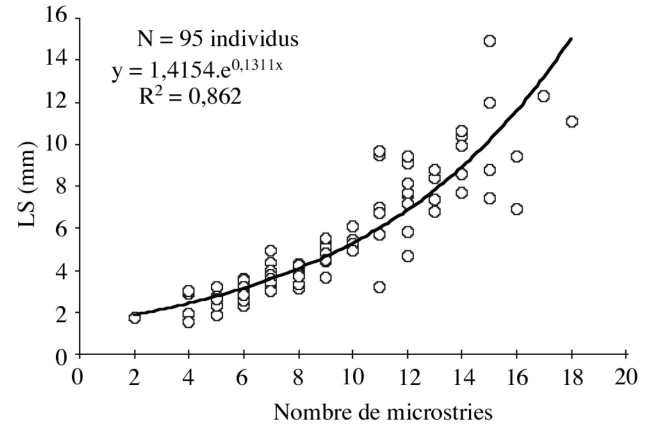


Figure 7. - Courbe de croissance des larves de *Cubiceps pauciradiatus*. *[Growth curve for* Cubiceps pauciradiatus *larvae.]*

Neilson, 1985 ; Jones, 1986 ; Campana, 2001).

Parmi toutes celles-là, Tanaka *et al.* (1981) furent les premiers à utiliser la technique du suivi de l'accroissement marginal pour démontrer qu'une seule microstrie se formait par jour chez les juvéniles de *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*). Par la suite et au moyen de cette même technique, Ré (1984) a étudié la périodicité des microstries sur les otolithes de larves de *Sardina pilchardus* récoltées le long des côtes du Portugal. Jenkins (1987), sur deux espèces de Pleuronectidae, et Gartner (1991a, 1991b), sur trois espèces de Myctophidae du golfe du Mexique, ont également validé par cette méthode la périodicité journalière de la formation des microstructures sur les otolithes.

Les divers résultats obtenus montrent que la formation de la D-zone de la microstrie est très variable. Jenkins (1987) et Gartner (1991a) précisent que cela se passe entre 18 et 21 h, c'est-à-dire en début de période sombre, tandis que Ré (1984) indique que cela correspond exactement au milieu de la période sombre (24 h). Nos résultats montrent que chez *C. pauciradiatus*, les microstries, initiées par la formation de la D-zone, commencent à se former en milieu de matinée (entre 9 et 11 h), c'est-à-dire plutôt en début de période éclairée. Le dépôt de la matière minérale constituant la L-zone (partie translucide de la microstrie) serait rapide et aurait lieu entre la fin de matinée (11-12 h) et le début de matinée du jour suivant (7-8 h).

Si la formation des microstries est bien liée à l'espèce, il y a tout lieu de penser que le schéma de formation des microstries observé chez les larves est identique à celui des adultes. Si les larves comme les juvéniles de *C. pauciradiatus* ne font pas de migrations nycthémérales et restent dans la couche d'eau superficielle comprise entre 30 et 90 m (Salekhov, 1989 ; Lamkin, 1997), les adultes par contre en font. Ils sont présents de jour, en profondeur, à la partie supérieure de la "sound scattering layer" (SSL) et migrent en surface dès la tombée de la nuit pour redescendre au lever du jour. On est donc en droit de penser que la D-zone des microstries présentes sur leurs otolithes se formerait uniquement en profondeur (200 à 300 m) lorsque ceux-ci rejoignent la SSL, tandis que la L-zone commencerait à se former en profondeur dans l'après-midi et se poursuivrait dans la couche de surface durant nuit. Sur le turbot, Edeyer *et al.* (2000) en suivant les variations de la composition ionique et la concentration de proteine dans l'endolymphe de la saccule contenant l'otolithe en formation trouvent des résultats similaires, à savoir que la L-zone se forme la nuit et la D-zone le jour.

La détermination de l'âge des larves de *C. pauciradiatus* (Fig. 7) montre qu'il existe une grande variabilité du nombre de microstries pour des tailles LS voisines de 8 à 9 mm. On peut penser qu'une telle variabilité serait en relation avec la métamorphose, qui souvent s'accompagne de modifications morphologiques pouvant entraîner des raccourcissements de la taille. Cela pourrait expliquer pourquoi Ahlstrom *et al.* (1969) ont identifié, pour cette même espèce, un spécimen de 8,6 mm de LS comme étant une larve, alors qu'un individu de 11,6 mm de LS était déjà considéré comme juvénile. Salekhov (1989) indique que le passage de l'état de larve au stade de juvénile se ferait à une taille LS de 10-12 mm.

Les facteurs pouvant être responsables de la formation des microstries sur l'otolithe seraient la photopériode, l'alimentation et la température (Jones, 1986). Cependant, un certain nombre de résultats ne permettent pas d'infirmer ou de confirmer cette hypothèse. Les travaux de Tanaka *et al.* (1981), tout comme les nôtres, sont en concordance avec cette hypothèse, à savoir que la croissance de la microstrie suivrait immédiatement un stimulus dû à un changement d'éclairement (lever du jour). D'autres résultats montrent que ni la nourriture ni la photopériode ne sont des éléments déclencheurs de la formation de la D-zone de la microstrie. Brothers et McFarland (1981) ont montré que pour *Haemulon flavolineatum*, celle-là se formait aux environs de minuit, donc en pleine obscurité, tout comme pour *Sardina pilchardus* (Ré, 1984). Quelques auteurs (Geffen, 1982 ; Neilson et Geen, 1982) ont montré expérimentalement qu'une illumination constante ne perturbait pas le rythme de formation des microstries.

Des résultats pouvant être contraires les uns par rapport aux autres apparaissent lorsque l'on aborde l'influence de la nourriture ou de la température (Brothers, 1978 ; Jones, 1986 ; Morales-Nin, 2000 ; Bailey et Heath, 2001).

Les taux de croissance observés chez *C. pauciradiatus* (entre 0,25 et 0,95 mm/j) sont assez comparables à ceux qui ont été obtenus pour d'autres espèces à durée de vie courte (Gartner, 1991b ; Tomás et Panfili, 2000).

Remerciements. - Nous tenons à remercier tout particulièrement les équipages des navires océanographiques A. Nizery et Antéa, ainsi que certains de nos collègues de l'IRD qui ont collecté une large partie des échantillons en mer.

RÉFÉRENCES

AGAFONOVA T.B., 1994. - Systematics and distribution of *Cubiceps* (Nomeidae) of the world ocean. *J. Ichthyol.*, 34: 116-143.

AHLSTROM E.H., BUTLER J.H. & B.G. SUMIDA, 1969. - Pelagic stromateid fishes (Pisces: Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distribution and early life history and observation of five of these from the Northern Atlantic. *Bull. mar. Sci.*, 26: 285-402.

BAILEY M.C. & M.R. HEATH, 2001. - Spatial variability in the growth rate of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) larvae at the shelf edge west of the UK. *Fish. Res.*, 50: 73-87.

BROTHERS E.B., 1978. - Exogeneous factors and the formation of daily and subdaily growth increments in fish otoliths. *Am. Zool.*, 18: 631. [Abstr.]

BROTHERS E.B. & W.N. McFARLAND, 1981. - Correlation between otolith microstructure, growth and life history transitions in newly recruited French grunts (*Haemulon flavolineatum* (Demarest) Haemulidae). *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 178: 369-374.

CAMPANA S.E., 2001. - Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish. Biol.*, 59: 197-242.

CAMPANA S.E. & J.D. NEILSON, 1985. - Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 1014-1032.

CHANG W.Y.B., 1982. - A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1208-1210.

EDEYER A., de PONTUAL H., PAYAN P., TROADEC H., SÉVÈRE A. & N. MAYER-GOSTAN, 2000. - Daily variations of the saccular endolymph and plasma compositions in the turbot *Psetta maxima*: relationship with the diurnal rhythm in otolith formation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 192: 287-294.

FONTENEAU A., MARCHAL É. & A. MORLIÈRE 1994. - Projet Picolo (Production Induite en zone de Convergence par les Ondes Longues Océaniques). *Doc. Interne IRD*, 34 p.

GARTNER Jr, J.V., 1991a. - Life histories of three species of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico. I. Morphological and microstructural analysis of sagittal otoliths. *Mar. Biol.*, 111: 11-20.

GARTNER Jr J.V., 1991b. - Life histories of three species of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico. II. Age and growth patterns. *Mar. Biol.*, 111: 21-27.

GEFFEN A.J., 1982. - Otolith ring deposition in relation to growth rate in the herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Mar. Biol.*, 71: 317-326.

JENKINS G.P., 1987. - Age and growth of co-occuring larvae of two flounder species: *Rhombosolea tapirina* and *Ammotretis rostratus*. *Mar. Biol.*, 95: 157-166.

JONES C., 1986. - Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fish. Bull.*, 84: 91-103.

KALISH J.M, BEAMISH R.J., BROTHERS E.B., CASSELMAN J.M., FRANCIS C., MOSEGAARD H., PANFILI J., PRINCE E.D., THRESHER R.E., WILSON C.A. & P.J. WRIGHT, 1995. - Glossary. *In:* Recent Developments in Fish Otolith Research (Secor D.H., Dean J.M. & S.E. Campana, eds), pp. 723-729. Columbia, SC, USA: Univ. South Carolina Press.

LAINE A.O., MOMOT W.T. & P.A. RYAN, 1991. - Accuracy of using scales and cleithra for ageing northern pike from an oligotrophic Ontario lake. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 11: 220-225.

LAMKIN J., 1997. - The loop current and the abundance of larval *Cubiceps pauciradiatus* (Pisces: Nomeidae) in the Gulf of Mexico: Evidence for physical and biological interaction. *Fish. Bull.*, 95: 250-266.

MÉNARD F., STÉQUERT B., RUBIN A., HERRERA M. & É. MARCHAL, 2000. - Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-associated versus unassociated schools. *Aquat. Living Resour.,* 13: 233-240.

MORALES-NIN B., 1987. - Ultrastucture of the organic and inorganic constituents of the otolith of the sea bass. *In:* Age and Growth of Fish (Summerfelt R.C. & G.E. Hall, eds), pp. 331-343. Ames, Iowa, USA: Iowa State Univ. Press.

MORALES-NIN B., 2000. - Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.*, 46: 57-63.

NEILSON J.D. & G.H. GEEN, 1982. - Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tsawytscha*): Daily growth increments and factors influencing their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1340-1347.

PANNELLA G., 1971. - Fish otoliths: Daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 173: 1124-1127.

PENNINGTON M.R., 1979. - Fitting a growth curve to field data. *In:* Statistical Distributions in ecological Work (Ord J.K., Patil G.P. & C. Tallie, eds), pp. 419-428. Fairland, Maryland: International Co-operative Publishing house 1979.

RÉ P., 1984. - Evidence of daily and hourly growth in pilchard larvae *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) on otolith growth increments. *Cybium*, 8: 33-38.

ROGER C. & É. MARCHAL, 1994. - Mise en évidence des conditions favorisant l'abondance des albacores *Thunnus albacares* et des listaos *Katsuwonus pelamis* dans l'Atlantique équatorial. *ICCAT*, Rec. Doc. Sci., 32: 237-248.

SALEKHOV O.P., 1989. - Distribution and biological observations of the small cigarfish (*Cubiceps pauciradiatus*) of the Atlantic ocean. *J. Ichthyol.*, 29: 56-64.

TANAKA K., MUGIYA Y. & J. YAMADA, 1981. - Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull. U.S.*, 79: 459-466.

TOMÁS J. & J. PANFILI, 2000. - Otolith microstructure examination and growth patterns of *Vinciguerria nimbaria* (Photichthyidae) in the tropical Atlantic Ocean. *Fish. Res.*, 46: 131-145.

WATABE N., TANAKA K., YAMADA J. & J.M. DEAN, 1982. - Scanning electron microscope observations of the organic matrix in the otolith of the teleost fish *Fundulus heteroclitus* (Linnaeus) and *Tilapia nilotica* (Linnaeus). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 58: 127-134.

ZWEIFEL J.R. & R. LASKER, 1976. - Prehatch and posthatch growth of fishes - A general model. *Fish. Bull. U.S.*, 74: 609-621.

Reçu le 17 février 2003.
Accepté pour publication le 27 mai 2003.